

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Naoshi ADACHI et al.) Art Unit:
Serial No.: to be assigned)
Filed: January 5, 2004)

For: HEAT TREATMENT JIG FOR SEMICONDUCTOR SUBSTRATE AND
METHOD OF HEAT TREATING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

CLAIM OF PRIORITY

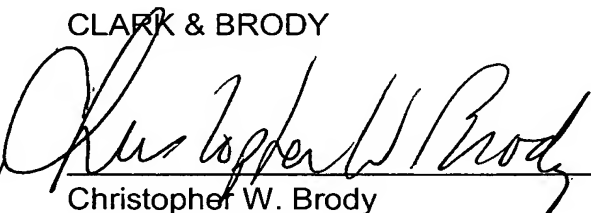
Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant for the above-identified application, by his attorney, hereby claims the priority date under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-378724, filed November 7, 2003 and acknowledged in the Declaration of the subject application. A certified copy of the Application is attached.

Respectfully submitted,

CLARK & BRODY

By 
Christopher W. Brody
Reg. No. 33,613

1750 K Street, NW, Suite 600
Washington, DC 20006
Telephone: 202-835-1111
Facsimile: 202-835-1755
Docket No.: 12054-0023
Date: January 5, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 8 7 2 4
Application Number:

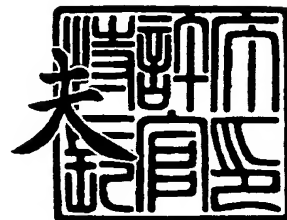
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 7 8 7 2 4]

出 願 人 三 菱 住 友 シ リ コ ン 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 8 8 4 0

【書類名】 特許願
【整理番号】 KP1133
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/324
H01L 21/22
H01L 21/68

【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内
【氏名】 足立 尚志

【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内
【氏名】 吉田 和史

【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 三菱住友シリコン株式会社内
【氏名】 青木 嘉郎

【特許出願人】
【識別番号】 302006854
【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号
【氏名又は名称】 三菱住友シリコン株式会社
【代表者】 森 禮次郎

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 168115
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

縦型の熱処理炉の熱処理ボートに載置される熱処理治具において、半導体基板と直接接触支持するシリコン材料から構成される第1の治具と、該第1の治具を保持するとともに熱処理ボートに載置するための第2の治具からなることを特徴とする半導体基板の熱処理治具。

【請求項 2】

前記半導体基板と直接接触支持する第1の治具は、半導体基板と直接接触支持する領域において、厚みが0.5 mmから10.0 mm以下、表面粗さが0.02 μ m以上10.0 μ m以下、平坦度が100 μ m以下であり、その直下の第2の治具は少なくとも上記シリコン材料からなる第1の治具と直接接触する領域の厚みが0.5 mmから10.0 mm以下、表面粗さが0.02 μ m以上10 μ m以下、平坦度が200 μ m以下であることを特徴とする請求項1記載の半導体基板の熱処理治具。

【請求項 3】

前記半導体基板と直接接触支持する第1の治具は、半導体基板と直接接触支持する領域において、最小幅が少なくとも0.5 mm以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項2記載の半導体基板の熱処理治具。

【請求項 4】

前記半導体基板と直接接触支持する第1の治具は、半導体基板と直接接触支持する領域において、熱処理治具表面にシリコンカーバイド、酸化膜、多結晶シリコン被膜を付けたことを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の半導体基板の熱処理治具。

【請求項 5】

縦型の熱処理炉における熱処理方法において、半導体基板と直接接触支持するシリコン材料から構成される第1の治具と、該第1の治具を保持するとともに熱処理ボートに載置するための第2の治具を用いて熱処理することを特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【請求項 6】

前記半導体基板と直接接触支持する第1の治具は、半導体基板と直接接触支持する領域において、特定位置からスリップが発生した場合、その特定位置に対応する領域をシリコン材料およびシリコンカーバイド材料などにより局所的に研削もしくは研磨する事で当該シリコン材料からなる熱処理治具の延命をさせる事を特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体基板の熱処理治具および熱処理方法

【技術分野】

【0001】

本発明は縦型熱処理炉の熱処理ボートに用いられる熱処理治具に関し、さらに詳細には、半導体基板を高温で熱処理した際に発生するスリップという結晶欠陥の発生を抑制した半導体基板の熱処理治具および熱処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

L S I デバイス製造プロセスにおいて、半導体基板は酸化、拡散、成膜等の熱処理工程で繰り返し高温の熱処理を受け製造されている。その際半導体基板面内に温度分布の不均一が生じると熱応力が発生する。また、半導体基板の支持方法によっては大きな自重応力を発生する。特に、300mm径の半導体基板ではウェーハ自体の自重応力により、従来方式のシリコン基板のみを外周部で支持する熱処理用ボートでは、もはや応力を抑制させる事が困難となっている。これらの応力は熱処理において半導体基板中にスリップと呼ばれる結晶欠陥を引き起こすことがわかっている。スリップはL S I デバイスのリーク電流の増加や半導体基板平坦性の劣化の原因となるため、熱応力及び自重応力を低減させることで抑制することが重要である。

【0003】

縦型熱処理炉は設置スペースも小さく、大口径の半導体基板を多量に熱処理するのに適しており、半導体基板の各種熱処理に用いられている。この縦型熱処理炉に用いる半導体基板の熱処理ボートの一例を図5に示すと、基板支持部4を有する3本以上の支柱3と該支柱3を上下で固定するための上部天板5、下部天板6から構成され全体で熱処理ボート1となっており、開口部2から半導体基板8を基板支持部4に載置した後、縦型熱処理炉に挿入され所定の熱処理が行われる。

【0004】

離間配置された上下一対の天板5、6を連結する複数本の支柱3が固定された熱処理治具1では、半導体基板8を基板支持部4に載置取り出しするために開口部2が必要であり、挿入取り出し側の2本の支柱3は半導体基板8の直径相当以上離間して配設されている。

【0005】

従来小口径の半導体基板は前記のように、基板裏面を3点あるいは4点程度の複数点で支持する熱処理ボートが広く使用されてきた。近年半導体基板の大口径化が進展しているが、それに伴い自重応力の大幅な増大が問題となっており、前記のように半導体基板の半分を3点あるいは4点程度の複数点で支持する熱処理ボートでは支持位置の不均等に由来する自重応力も不均一になりスリップの発生が顕著になる。半導体基板の大口径化による自重応力の不均一を低減するため、最近では半導体基板の裏面内部を複数点支持する治具やリング状に線接触あるいは面接触で支持する治具が開発され実用化されている。

【0006】

これら半導体基板の裏面内部支持治具等の使用によりスリップは低減する方向に向かっている。しかしながら、これらの接触方式を変更させた構造を持つ熱処理治具でも精度良くスリップを低減させることは極めて困難である。時に半導体基板裏面と支持治具が接着し、それぞれの変形が拘束されるため熱応力、自重応力をも上回る大きな応力が新たに半導体基板に付加されることが問題となっている。

【0007】

スリップ発生の原因としては、熱処理治具自体の加工精度によるもの、特に半導体基板裏面と熱処理治具の接触する領域での平面度と表面粗さに大きく依存している事が判っている。一般的に、高温熱処理に使用される治具材料はシリコンカーバイドから製作されており、面支持治具の平面度は200 μ m以下であり、治具表面は局部的な凹凸部の集合体構造から成っている事を知見した。

【0008】

そこで、本発明者らは厚さ1mm未満のシリコンカーバイド製のホルダ上に半導体基板より小径のシリコンあるいはシリコンカーバイドからなるリングもしくは円板を積載し、さらにその上に半導体シリコン基板を搭載し熱処理を行なう方法を開示した（特許文献1）。

【0009】

また、本発明者は気相成長法によるシリコンカーバイド製の治具上に、1個以上の円弧部と、シリコン基板の中央部に相当する位置に円弧高さと同等、もしくは若干低い中央突起部を具備させたホルダ上にシリコン材料からなるキャッピング部材（5.0mm以下が好ましい）を搭載する方法を開示した（特許文献2）。

【0010】

一方、特許文献3や特許文献4などにリング形状の治具にシリコン基板を載置して熱処理することが記載されている。しかし、リング形状治具の平坦度（凹凸部の集合体）に関する記載はされていないがシリコン基板と接触する領域において凸部個数や平坦度は低減する傾向になるはずである。

【0011】

【特許文献1】特開2001-358086号公報

【特許文献2】特開2003-037112号公報

【特許文献3】特開平9-199438号公報

【特許文献4】特開平10-270369号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上述した特許文献1の方法でも、SIMOX基板の熱処理のような熱処理温度が1300℃を超え、保持時間が10時間以上の超高温熱処理条件では、シリコンカーバイド材料自体の強度も弱くなり、1mm未満の厚み設定では撓み抑制が出来ないため、直上の小径リングあるいは円板自体も同期して撓む事により、最終的にはシリコン基板にもスリップが発生する事が判明した。いずれにしてもシリコンカーバイドホルダの強度不足もしくは直上の小径シリコン基板の強度不足によるものである。また、小径円板もしくはリングと半導体シリコン基板との接触面での接着も強固になり、局所的接着起因のスリップも発生する事が判明した。

【0013】

特許文献2の方法でも、ホルダ上の円弧高さと中央突起部の高さを精度良く作製しても、高温熱処理中のホルダ撓みによる円弧部と中央突起部の高さにズレが生じ、再現性良くスリップを低減させる事は困難であった。従って、焼結シリコンカーバイド製からなる厚いホルダを削りだして中央突起部と円弧部を作製する事により強度を増す事が可能になるが、工業的量产に適用するにはホルダコストが跳ね上がり現実的でない事が判明した。

【0014】

また、特許文献3や特許文献4などに記載されている円板形状もしくはリング形状を具備した熱処理治具を用いても、高温での熱処理後のシリコン基板には強烈なスリップが発生している。このように、円板形状もしくはリング形状を具備した熱処理治具を用いても、熱処理後のシリコン基板には強烈なスリップが発生しているのが現状である。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、このような上記問題点に鑑みてなされたものであって、高温の熱処理において、半導体シリコン基板を直接支持する第1の熱処理治具にシリコン材料を用い、さらに当該第1の熱処理治具を保持するとともに熱処理ボートに載置するための第2の熱処理治具には高温強度に強い材料、例えばシリコンカーバイドを用いること、およびこれらの材料の表面粗さと表面平坦度を規定し、材料の最適化を行なう事で大幅なスリップ低減が可能となることを知見した。このような構成の熱処理治具を使用することにより、たとえ接

着が発生したとしても付加的な応力が発生せず、応力不均等に由来するスリップの発生を抑制した、縦型熱処理炉の熱処理ボートに用いる熱処理治具を提供することを目的としている。

【0016】

シリコン材料からなる第1の熱処理治具（以後単に治具またはリングと称す）に関しては、少なくとも半導体基板と直接接触支持する領域の表面平坦度を $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下にする事により安定した面支持ができるようになる。表面平坦度が $100\mu\text{m}$ を超えると半導体基板との接触領域で点接触になり易くスリップが生じやすい。厚みに関しては 0.5mm 以上 10mm 以下とし、好ましくは 0.7mm 以上 5.0mm 以下とする。厚みが 0.5mm 未満では加工時の破損が頻発する事により歩留低下を起こしやすく、かつ第2の治具（以後ホルダと称す）であるホルダの平坦度に大きく影響される。一方、厚みが 10mm より大きい場合には熱処理装置内への投入枚数が減り、生産性を低下させる事になる。表面粗さに関しては少なくとも半導体基板と接触する領域では $0.02\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5.0\mu\text{m}$ 以下とする。表面粗さが $0.02\mu\text{m}$ 未満だと半導体基板と接着しやすく、 $10\mu\text{m}$ より大きければ表面粗さを出すために行うブラスト処理時に当該シリコン熱処理治具を破損させてしまうためである。

【0017】

さらに、ホルダと接触する領域においても表面を粗しておくことによりホルダとの接着が防止できる。ブラスト処理などによる平坦度、平行度を劣化させないように表面粗さは $0.02\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5.0\mu\text{m}$ 以下とする。

【0018】

当該シリコン材料からなる治具の構造は、円板形状、リング形状など半導体基板を安定して支持できる構造であれば、いかなる構造でも適用できる。リング形状もしくは馬蹄形状の場合には、半導体基板と接触するリング幅は 0.5mm 以上であれば良い。また、シリコン熱処理治具表面に薄いシリコンカーバイドコート、酸化膜、窒化膜あるいは多結晶シリコン膜を堆積させてもスリップ低減効果が得られる。

【0019】

ホルダに関しては、少なくともシリコン材料からなる治具と直接接触する領域の平坦度は $200\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下にすれば安定して第1の熱処理治具を保持できる。平坦度を $200\mu\text{m}$ 以下にする理由は高温熱処理中にシリコン材料からなる熱処理治具がホルダ平坦度形状に倣うように塑性変形するため、それを防止する事による。

【0020】

ホルダの厚みに関しては 0.5mm 以上 10mm 以下に設計すれば良く、厚みが 0.5mm 以下では精度良く平坦度加工ができず、 10mm より厚くなると熱処理ボート内の熱容量増加に伴う、温度追随性劣化や投入枚数の低下などに繋がるからである。表面粗さに関しては、シリコン材料からなる熱処理治具との接着を防止するため $0.02\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下にすれば良い。

【0021】

当該ホルダの材料に関しては、例えば 1000°C 以上の繰り返し熱処理を施す場合には、シリコンカーバイドなどを使用すれば良く、 1000°C 以下では石英、シリコン材料など使用温度に分けて材料変更しても良い。ホルダ構造に関してはシリコン熱処理治具が安定する構造であれば、いかなる構造も適用できる。例えば、リング構造にすることにより熱容量の低減化、ザグリ構造されたホルダ上にシリコン材料からなる熱処理治具を搭載しても良い。

【0022】

尚、長期的に安定して熱処理治具を使う場合にはホルダの厚みが 0.5mm から 1.0mm 程度と薄い場合には、直上のシリコン材料からなる熱処理治具の厚みを好ましくは 1.0mm 以上にすれば良く、ホルダの厚みが 1.0mm を超える場合には、直上のシリコン材料からなる熱処理治具厚みは 0.5mm 以上にすれば良い。

【0023】

以上の条件で試作した本発明の熱処理治具は、少なくとも半導体基板と直接接触支持するシリコン材料からなる治具と、該治具を保持するとともに熱処理ボートに載置するためのホルダからなる2分割構造になり以下の如くスリップ抑制が可能となる。

【0024】

例えば300mm半導体シリコン基板を縦型熱処理炉に複数枚投入する場合、320mm径を有するシリコンカーバイド製のホルダ上に200mm径の単結晶シリコン材料からなる円板形状の熱処理治具を載置し、その上に半導体シリコン基板を搭載した場合を考察する。熱処理工程中において、320mmホルダよりも小径円板熱処理治具の面内温度差は当然小さくなり、半導体基板に与える熱応力の観点から小径円板熱処理治具に設置されていた方が有利である。また、シリコン材料で製作されているため半導体シリコン基板の熱膨張係数も同じであり更に有利に作用する。

【0025】

半導体シリコン基板裏面と熱処理治具の小径円板間に局所的接着が起こった場合、ホルダと熱処理治具間の小径円板は分割されているので、お互いの治具間には拘束力がなく半導体シリコン基板は膨張係数の違う材料の影響を受けない、すなわち膨張係数の同じシリコン製小径円板の熱処理治具の影響を受けるため接着領域での局所応力を低減できスリップを抑制することが可能になる。さらに材料強度が同じであるため接触領域でのキズやダメージが入り難い事もスリップ低減に効果を発揮する。

【0026】

半導体シリコン基板と同等もしくはそれ以上の径で構成された、シリコン材料からなる熱処理治具をホルダ上に搭載しても効果が得られる。上述した膨張係数が同じである事、キズが入り難い事に加えて、半導体シリコン基板を受ける治具が分割されているため治具厚み方向での温度差は一体構造より低減される事になり、ホルダおよびシリコン材料からなる熱処理治具の変形が低減できるためである。

【0027】

本特許は、シリコン材料を用いた熱処理治具の最適化を行い、さらにシリコン熱処理治具を搭載する高温強度の強い材料を使用したホルダを用い、かつホルダ自体も最適化する事でSIMOX熱処理のような超高温下状態でも安定してシリコン熱処理治具の使用を可能としスリップを低減できる。

【0028】

また、非酸化性雰囲気、例えば水素ガス雰囲気やアルゴンガス雰囲気下での、1000℃以上で長時間処理を有する熱処理の場合には、本発明の熱処理治具とホルダの構成にてシリコン材料熱処理治具表面に酸化膜、窒化膜、あるいはシリコンカーバイド被膜を形成することで、シリコン材料同士の強力な接着を防止できる事も併せて記載する。無論、酸化雰囲気下の熱処理でも被膜形成を行なっても良いし、非酸化性雰囲気でも接着が少ない熱処理条件下であればシリコン材料熱処理治具をそのまま使用しても良い。

【0029】

また、半導体シリコン基板の特定位置にスリップが発生する場合には、その特定位置に対応するシリコン材料からなる熱処理治具表面をシリコン材料などで軽く共ズリする事でスリップがおさまる。理由として半導体シリコン基板と熱処理治具間で局所的な接着が起こり、半導体シリコン基板の一部が剥離され熱処理治具表面に固着しているためであり、それを除去する事でスリップ問題は解決する。

【発明の効果】

【0030】

この発明は、半導体基板を高温で熱処理した際に発生するスリップという結晶欠陥の発生を抑制する技術に関し、特に自重応力の大きい外形が300mmの半導体ウェーハを高温で熱処理する際に発生するスリップ転位を防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明に係わる縦型熱処理炉の熱処理ボートに用いる熱処理治具の実施の形態を

図を用い具体例を示すが、本発明はそれらに限定されるものではない。各実施例および比較例の熱処理条件は酸素50%雰囲気にて室温から昇温開始、1320℃で15時間保持した後、室温まで降温させた。熱処理後の半導体シリコン基板は、表面欠陥評価装置（魔鏡およびエックス線）によりスリップを観察した。全ての条件に関して再現性を確認するために2ないし3回調査を実施した。

【実施例1】

【0032】

図1(a)に示すように、直径220mm、高さ3.5mm、幅1.2mmのリング構造部11aを具備した、直径320mm、厚さ1.3mmからなる、気相成長法により製作したシリコンカーバイド製のホルダ11を用意する。ホルダ11のリング構造部11aを表面粗さ1.6 μ m、平坦度185 μ mおよび平坦度20 μ mとなるように表面加工を行う。次に、ホルダ11上のリング構造部11aに、外径223mm、リング幅1.5mm、厚みが0.5mm、0.7mm、1.0mm、2.0mm、5.0mm、10.0mmでシリコン単結晶からなり、半導体シリコン基板8およびホルダ11のリング構造部11aと接する部分を平坦度30 μ mから35 μ m、表面粗さ0.7 μ mから1.6 μ mに加工したリング21をそれぞれ載置する。このように、ホルダ11にリング21を載置した2重構造からなる熱処理治具10に300mmの半導体シリコン基板8をそれぞれ載置して熱処理ポート1に搭載し、縦型熱処理炉（図示せず）に投入して熱処理をおこなった。

【0033】

熱処理後半導体シリコン基板8を取り出し表面を観察した。平坦度が185 μ mのホルダ11に載置した半導体シリコン基板8に関しては、リング21の厚みが0.5mmのものでは強いスリップが3本発生していた。しかし、厚みが0.7mmから2.0mmのものでは厚み依存性なく、再現テストの結果、スリップフリーもしくは1本から3本程薄いスリップが発生していただけであった。次に、平坦度が20 μ mのホルダ11に関しては、平坦度185 μ mのホルダ11の結果とほぼ同等の結果だったが、0.5mm厚みのリング21でのスリップは低減傾向にあった。スリップはホルダ平坦度に影響を受けやすく、シリコンリングの厚みが薄い場合には、スリップ発生への影響は大きくなる。

【実施例2】

【0034】

図1(b)に示すように、高さ2.0mm、外径285mm、内径203mmの41mm幅を有するリング構造部12aを具備した、直径320mm、厚さ1.5mmからなる、気相成長法により製作したシリコンカーバイド製のホルダ12を用意する。ホルダ12のリング構造部12aを平坦度40 μ m、表面粗さ1.6 μ mとなるように表面加工を行う。このリング構造部12aにシリコン単結晶からなる厚み2.0mm、リング幅0.5mm、0.8mm、1.5mmのリング22を半導体シリコン基板8およびホルダ12のリング構造部12aと接する部分の平坦度が20 μ mから35 μ m、表面粗さ1.6 μ mに表面加工し載置する。このようにホルダ12にリング22を載置した2重構造からなる熱処理治具20に300mmの半導体シリコン基板8を載置して熱処理ポート1に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0035】

熱処理後半導体シリコン基板8を取り出し表面を観察した。スリップはホルダに載置したリングのリング幅に依存性なく、再現テストの結果、スリップフリーもしくは薄いスリップが1本から2本発生していただけであった。これより、少なくとも半導体シリコン基板を支持するリング幅は0.5mmあれば良い事がわかった。

【実施例3】

【0036】

図1(c)に示すように、直径285mm、高さ0.75mmの円板構造部13aを具備した直径320mm、厚さ1.25mmからなる焼結シリコンカーバイド製ホルダ13を用意し、ホルダ13の円板構造部13aを平坦度20 μ m、表面粗さ1.5 μ mとなる

ように表面加工を行う。この円板構造部 13a にシリコン単結晶からなる外径 228 mm で内径が 152 mm、厚さ 2.0 mm のリング 23 を半導体シリコン基板 8 およびホルダ 13 の円板構造部 13a と接する部分の平坦度が $20\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.6\ \mu\text{m}$ から $1.7\ \mu\text{m}$ に表面加工し載置する。このようにホルダ 13 にリング 23 を載置した 2 重構造からなる熱処理治具 30 に 300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポート 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0037】

熱処理後半導体シリコン基板 8 を取り出し表面を観察した。実施例 2 と同じく、スリップはホルダに載置したリングのリング幅に依存性なく、再現テストの結果でも、スリップフリーもしくは薄いスリップが 1 本から 2 本発生していただけであった。

【実施例 4】

【0038】

図 2 (a) に示すように、直径 285 mm、高さ 0.75 mm の円板構造部 13a を具備した直径 320 mm、厚さ 1.25 mm からなる焼結シリコンカーバイド製ホルダ 13 を用意し、ホルダ 13 の円板構造部 13a を平坦度 $20\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.5\ \mu\text{m}$ となるように表面加工を行う。この円板構造部 13a に半導体シリコン基板 8 およびホルダ 13 の円板構造部 13a と接する部分の平坦度が $30\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.5\ \mu\text{m}$ としたシリコン単結晶からなる直径 223 mm、厚み 2 mm の円板 24 を載置する。この円板 24 とホルダ 13 からなる熱処理治具 40 の上に 300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポート 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0039】

熱処理後半導体シリコン基板 8 を取り出し表面を観察した。シリコン材料からなる熱処理治具形状は、実施例 1 から 3 に示した単純リング形状以外に実施例 4 に示した円板形状構造であってもスリップ発生状況は実施例 2 と同じくスリップフリーもしくは薄いスリップが 1 本から 2 本発生していただけであった。

【実施例 5】

【0040】

図 2 (b) に示すように、直径 285 mm、高さ 0.75 mm の円板構造部 13a を具備した直径 320 mm、厚さ 1.25 mm からなる焼結シリコンカーバイド製ホルダ 13 を用意し、ホルダ 13 の円板構造部 13a を平坦度 $20\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.5\ \mu\text{m}$ となるように表面加工を行う。この円板構造部 13a に半導体シリコン基板 8 およびホルダ 13 の円板構造部 13a と接する部分の平坦度が $25\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.3\ \mu\text{m}$ としたシリコン単結晶からなる外径 230 mm、内径 220 mm の外周リング、さらに内側に外径 90 mm、内径 80 mm の内周リングを具備する厚み 3 mm の 2 重構造リング 25 を載置する。この 2 重構造リング 25 とホルダ 13 からなる熱処理治具 50 の上に 300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポート 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0041】

熱処理後半導体シリコン基板 8 を取り出し表面を観察した。シリコン材料からなる熱処理治具形状は、実施例 1 から 3 に示した単純リング形状以外に実施例 5 に示した一体型 2 重構造リングであってもスリップ発生状況は実施例 2 と同じくスリップフリーもしくは薄いスリップが 1 本から 2 本発生していただけであった。

【実施例 6】

【0042】

図 2 (c) に示すように、実施例 4 で使用した単結晶シリコンからなる円板 24 の表面に気相成長法によりシリコンカーバイド膜を $50\ \mu\text{m}$ 堆積し、その後ハンドポリッシュで異常突起を除去後、さらにブラスト処理で表面粗さを $1.2\ \mu\text{m}$ になるように製作したシリコンカーバイド膜付き円板 26 を実施例 4 と同じく焼結シリコンカーバイド製ホルダ 13 の円板構造部 13a 上に載置し、このシリコンカーバイド膜付き円板 26 とホルダ 13 からなる熱処理治具 60 の上に 300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポ

ト 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0043】

熱処理後半導体シリコン基板 8 を取り出し表面を観察した。単結晶シリコンからなる熱処理治具表面に薄いシリコンカーバイドを被覆しても前記実施例と同じ効果が得られた。すなわち、シリコンカーバイド被膜が薄いために材料特性（熱膨張係数など）は、シリコン材料に依存しているものと推察する。

【実施例 7】

【0044】

図 3 (a) に示すように、直径 320 mm、厚み 3.0 mm、平坦度 $40\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.2\ \mu\text{m}$ からなるシリコンカーバイド製のホルダ 17 上に、シリコン単結晶材料からなる直径 305 mm、厚み 2.0 mm、表面粗さ $2.0\ \mu\text{m}$ 、平坦度 $20\ \mu\text{m}$ の円板 27 を搭載した 2 重構造からなる熱処理治具 70 に、300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポート 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0045】

半導体シリコン基板より大きい直径を有するシリコン材料からなる熱処理治具を用いてもスリップ発生状況は良好であった。

【実施例 8】

【0046】

図 3 (b) に示すように、直径 320 mm、厚み 5.0 mm、平坦度 $25\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $1.2\ \mu\text{m}$ からなる焼結シリコンカーバイド製のホルダ 18 上に、更に同じく焼結シリコンカーバイド製からなる直径 305 mm、厚み 5.0 mm、平坦度 $20\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $0.02\ \mu\text{m}$ の円板 19 を重ね、さらに実施例 2 で使用したリング幅 1.5 mm のシリコンリング 22 を搭載した。ホルダ 18 と円板 19 とリング 22 の 3 重構造からなる熱処理治具 80 上に、300 mm 半導体シリコン基板 8 を載置して熱処理ポート 1 に搭載し、縦型熱処理炉に投入して熱処理を行った。

【0047】

ホルダ厚みが 5 mm の上に円板 5 mm を載置して 10 mm になってもスリップ発生状況は良好であった。

【実施例 9】

【0048】

直径 320 mm、厚み 0.7 mm、平坦度 $150\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $0.6\ \mu\text{m}$ からなる焼結シリコンカーバイド製のホルダ上に実施例 3 で使用したリング高さ 0.5 mm、1.0 mm、5.0 mm、10 mm からなるシリコンリングを設置させ、その上に 300 mm 半導体シリコン基板を搭載して縦型熱処理炉に投入した。

【0049】

0.5 mm 高さのシリコンリングは薄いスリップが 4 から 5 本発生していた。1.0 mm 高さのシリコンリングは 0.5 mm 高さよりスリップは更に低減し、5.0 mm では実施例 2、3 と同等レベルである事がわかった。すなわち、シリコンカーバイドが薄い場合でも、その上のシリコン材料からなる熱処理治具厚さが増加すると強度的に強くなりスリップ低減効果がある事がわかる。

【0050】

また、比較例として、図 4 (a)、図 4 (b)、図 4 (c) に示すように、実施例 1 から 3 に用いたホルダ 11、12、13 にシリコン製のリング等を載置せず直接半導体シリコン基板 8 を載置して縦型熱処理炉に投入した。

【0051】

比較例 1 では、平坦度 $185\ \mu\text{m}$ のホルダでは円周 220 mm のリング支持位置に強烈なスリップが多発し、平坦度 $20\ \mu\text{m}$ ホルダでも同様にスリップ多発しているが低減傾向にある。

比較例 2 では、外径 285 mm 円周位置に対応する場所に強烈なスリップ 10 数本発生し、内周 203 mm 周辺にも薄いスリップ数本発生していた。また、半導体シリコン基板

を保持している面内にも十字形状のスリップ発生していた。

比較例 3 では、比較例 2 と同様に外径 285 mm 円周位置に対応する場所に薄く、長いスリップが数本発生していた。

比較例のホルダ（シリコンカーバイド製）のみを使用した場合には、支持面周辺でスリップが発生していることから、支持部周辺に接触した半導体シリコン基板裏面にキズを付け、それを起点としてスリップが成長しているものと推察する。

シリコンカーバイド製からなるホルダのみでは全ての条件でスリップを大幅に低減させる事は出来なかった。スリップ発生した上記ホルダ上に単結晶シリコンからなる熱処理治具を搭載することでスリップフリーもしくは大幅に低減される結果が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明では、熱処理時に特定場所への応力集中を低減し、支持治具と半導体基板が接着したとしても付加的な応力が発生せず、応力不均等に由来するスリップの発生を抑制したことにより、特に自重応力の大きい外形が 300 mm の半導体ウェーハを高温で熱処理する際や、S I M O X 熱処理のような超高温下状態でも安定してシリコン熱処理を可能としスリップを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】 本発明の実施例 1 から 3 の熱処理治具を模式した図である。

【図 2】 本発明の実施例 4 から 6 の熱処理治具を模式した図である。

【図 3】 本発明の実施例 7 および 8 の熱処理治具を模式した図である。

【図 4】 比較例 1 から 3 の熱処理治具を模式した図である。

【図 5】 縦型熱処理炉用熱処理ボートの全体を示す図である。

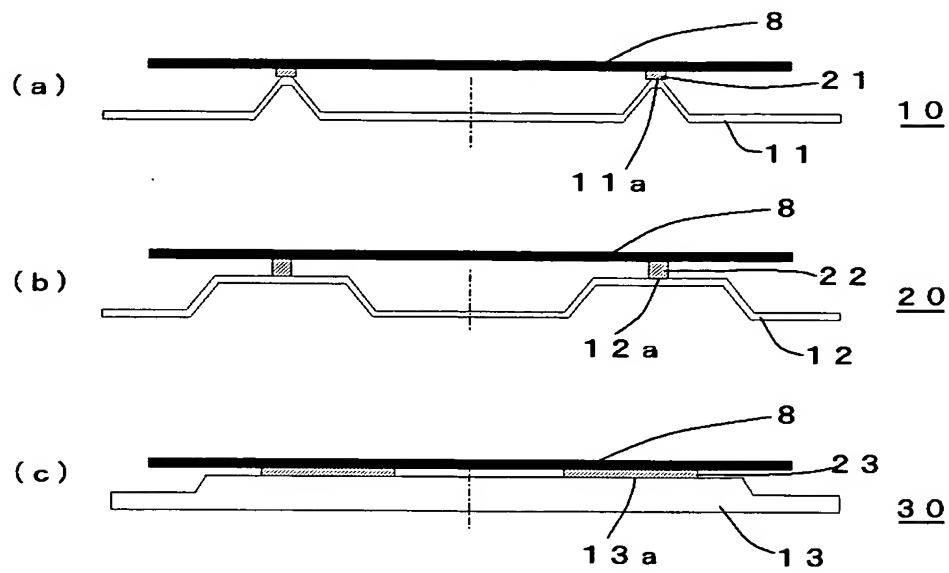
【符号の説明】

【0054】

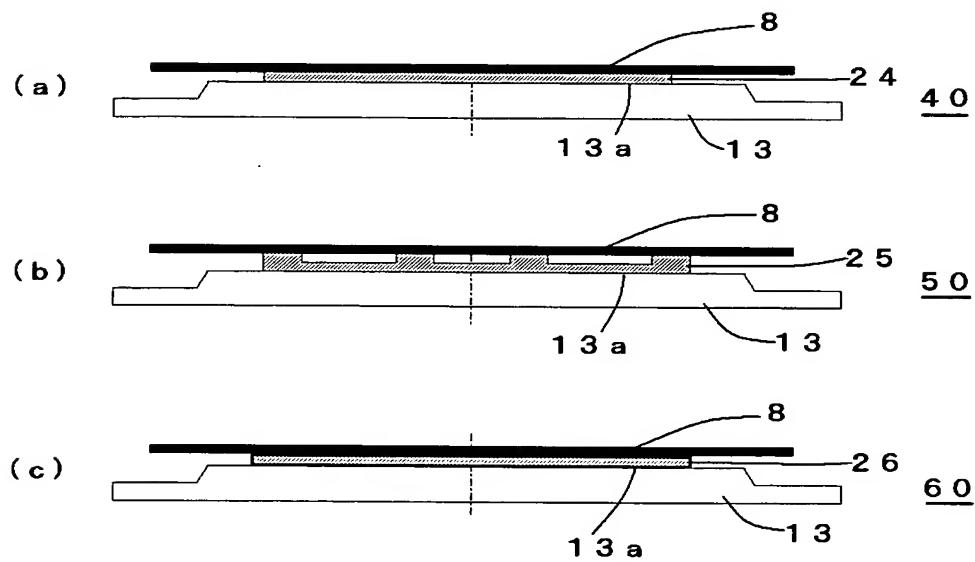
- 1 熱処理ボート、
- 2 開口部、
- 3 支柱、
- 4 基板支持部、
- 5 上部天板、
- 6 下部天板、
- 8 半導体シリコン基板、
- 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 熱処理治具、
- 11, 12, 13, 17, 18 ホルダ、
- 11a, 12a リング構造部、
- 13a 円板構造部、
- 21, 22, 23 リング、
- 24, 27, 19 円板、
- 25 2重構造リング、
- 26 シリコンカーバイド膜付き円板、

【書類名】図面

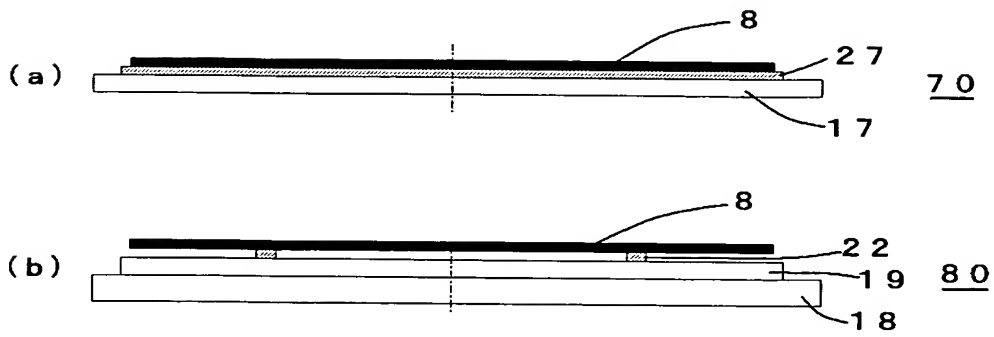
【図 1】



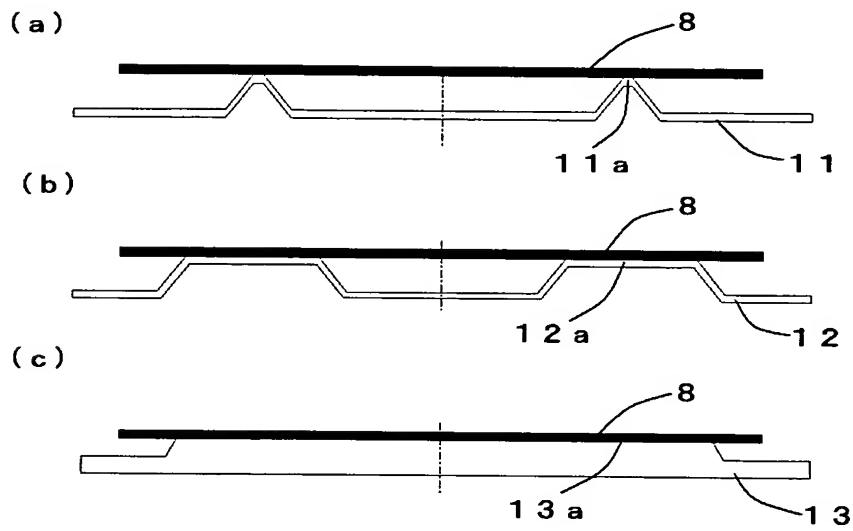
【図 2】



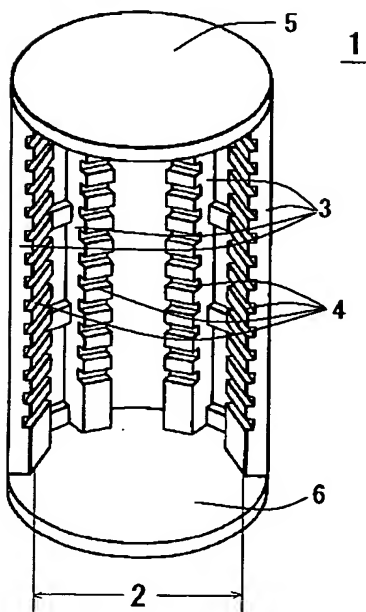
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、縦型熱処理炉の熱処理ボートに用いる半導体基板載置用治具に関し、熱処理時に特定場所への応力集中を低減し、支持治具と半導体基板が接着したとしても付加的な応力が発生せず、応力不均等に由来するスリップの発生を抑制し、自重応力の大きい外形が300mmの半導体ウェーハを高温で熱処理する際に発生するスリップ転位を防止でき、SIMOX熱処理のような超高温下状態でも安定して半導体基板の熱処理を可能とする。

【解決手段】 縦型の熱処理炉の熱処理ボート1に載置する熱処理治具は、半導体基板と直接接触支持するシリコン材料から構成される第1の治具21と、該第1の治具を保持するとともに熱処理ボートに載置するための第2の治具11からなる熱処理治具10を用いることにより解決できる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 7 8 7 2 4
受付番号	5 0 3 0 1 8 4 8 8 7 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 1 1 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年11月 7日
-------	-------------

特願 2 0 0 3 - 3 7 8 7 2 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[3 0 2 0 0 6 8 5 4]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝浦一丁目2番1号

氏 名

三菱住友シリコン株式会社